



UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS – CCT
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS, MATEMÁTICA E
TECNOLOGIAS

PRODUTO EDUCACIONAL

**ATIVIDADES INVESTIGATIVAS DE BIOQUÍMICA
PARA PROFESSORES UNIVERSITÁRIOS: UM
OLHAR SOBRE AS ENZIMAS**

ISAQUIEL DE MOURA RIBEIRO AZEVEDO

JOINVILLE, SC
2025

Instituição de Ensino: UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA

Programa: ENSINO DE CIÊNCIAS, MATEMÁTICA E TECNOLOGIAS

Nível: MESTRADO PROFISSIONAL

Área de Concentração: Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias.

Linha de Pesquisa: Formação de Professores na área de Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias

Título: Atividades investigativas de bioquímica para professores universitários: um olhar sobre as enzimas

Autor: Isaquiel de Moura Ribeiro Azevedo

Orientador: Brenno Ralf Maciel Oliveira

Data: 14/07/2025

Produto Educacional: Cartilha de Orientação Pedagógica

Nível de ensino: Ensino Superior

Área de Conhecimento: Bioquímica

Tema: Enzimas

Descrição do Produto Educacional:

Este material didático, resultado de uma pesquisa voltada para professores de Bioquímica, visa oferecer uma abordagem envolvente e prática para o ensino de enzimas, fundamentada na aprendizagem centrado no aluno. Ao longo do desenvolvimento, a proposta adota uma perspectiva investigativa que coloca o estudante como protagonista do processo de aprendizagem. Com isso, busca-se incentivar a participação ativa por meio de estratégias dinâmicas, como a resolução de casos investigativos, a realização de experimentos práticos e a aplicação de Jogo de perguntas. Esses recursos têm como objetivo despertar o interesse dos alunos, estimulando a curiosidade científica e permitindo que eles construam e desenvolvam seu conhecimento de forma mais autônoma e envolvente.

Biblioteca Universitária UDESC: <http://www.udesc.br/bibliotecauniversitaria>

Publicação Associada: Enzimas no ensino superior: *possibilidades para a atuação docente no contexto da bioquímica*

URL: <http://www.udesc.br/cct/ppgecmt>

Arquivo	*Descrição	Formato
717 kb	Texto completo	Adobe PDF

Este item está licenciado sob uma [Licença Creative Commons](#)

Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual CC BY-NC-SA

SUMÁRIO

	APRESENTAÇÃO	4
1	CASOS INVESTIGATIVOS	5
2	CASO INVESTIGATIVO – O ENIGMA DAS ENZIMAS	7
2.1	SUGESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DO CASO	9
2.1.1	Momento 1 – Introdução ao caso	9
2.1.2	Momento 2 – Experimentos e os conceitos básicos sobre enzimas	10
2.1.3	Momento 3 – Aplicações de enzimas na indústria e pesquisa.....	21
2.1.4	Momento 4 – Reflexões finais do caso investigativo.....	22
3	CASO INVESTIGATIVO – A GELATINA E O ABACAXI FRESCO	23
3.1	SUGESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DO CASO	25
3.1.1	Momento 1 – Introdução ao caso, conceitos básicos e enzimas proteolíticas.....	25
3.1.2	Momento 2 – Experimento e os conceitos básicos sobre enzimas proteolíticas	26
3.1.3	Momento 3 – Experimento e os fatores que afetam a atividade enzimática	29
3.1.4	Momento 4 – Reflexões finais e aplicações culinárias e biotecnológicas das enzimas	32
4	CASO INVESTIGATIVO – PRESERVAÇÃO DE ALIMENTOS FRESCOS...33	
4.1	SUGESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DO CASO	34
4.1.1	Momento 1 – Introdução ao caso	34
4.1.2	Momento 2 – Experimento e conceitos na atividade enzimática	35
4.1.3	Momento 3 – Técnicas de conservação térmica e química	41
4.1.4	Momento 4 – Reflexões finais e aplicação industrial.....	42
5	JOGO DE PERGUNTAS.....	43
5.1	DINÂMICA DO JOGO DE PERGUNTAS	44
5.2	REGRAS DO JOGO DE PERGUNTAS.....	46
5.3	PERGUNTAS PARA USO NO JOGO.....	47
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	54
	REFERENCIAS	55

APRESENTAÇÃO

Este produto educacional constitui-se em material pedagógico construído para professores de ensino superior com o intuito de promover uma sugestão de abordagem investigativa que busca estimular o envolvimento dos estudantes por meio de atividades investigativas que o tornam protagonistas da aprendizagem. Este material propicia subsídios aos envolvidos, para o processo de ensino e aprendizagem, formas específicas sobre o ensino de enzimas nos contextos de cursos de Química e de Ciências Biológicas em disciplina de Bioquímica. A razão para a criação de atividades investigativas foi baseada na identificação de dificuldades encontradas no ensino de enzimas em cursos de nível superior, tanto no processo de mediação quanto na aprendizagem dos estudantes.

O desenvolvimento das atividades investigativas envolve a promoção do discente como protagonista do processo, que neste caso, recorre aos princípios da Aprendizagem Centrada no Aluno, propondo investigações para provocar reflexões e estimular a criticidade e autonomia dos participantes.

Os principais beneficiários deste material são professores de ensino superior dos cursos de Química e Ciências Biológicas, que propõem a temática de enzimas na disciplina de Bioquímica. A ideia é fornecer uma visão geral de atividades que podem ser abordadas ao longo das aulas. O material desenvolvido envolve Casos Investigativos, nos quais são apresentados cenários e problemas para que os estudantes possam construir e fomentar o conhecimento teórico em contextos reais, utilizando os conhecimentos desenvolvidos em sala. Por fim, há sugestões de Experimentos Práticos com materiais de fácil acesso, procedimentos detalhados e fundamentação nos conceitos químicos e biológicos. Tem-se ainda um Jogo de Perguntas, no qual os estudantes testaram suas habilidades desenvolvidas no processo anterior sobre o tema.

A utilização de diferentes metodologias de ensino, como casos investigativos, experimentos e jogos, fomenta a compreensão e desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas, pensamento crítico e a aplicação prática de conceitos teóricos, contribuindo para uma aprendizagem envolvente. Além disso, ao incentivar a colaboração entre os estudantes e a aplicação do conhecimento em situações reais, desencadeia a promoção de habilidades críticas e reflexivas para formação acadêmica e profissional.

1 CASOS INVESTIGATIVOS

O uso de casos investigativos no ensino estimula o pensamento crítico e a aprendizagem centrada nos alunos. Para conduzir essa estratégia, o professor assume o papel de mediador, orientando os alunos na exploração de problemas reais ou simulados que envolvem aplicação de conceitos.

O professor atua como facilitador, guiando os alunos na formulação de hipóteses e incentivando-os a buscar respostas por meio de investigação científica. É fundamental que os alunos sejam incentivados a debater e explorar diferentes perspectivas antes de chegar a conclusões. Perguntas norteadoras podem ser oferecidas para direcionar a investigação (tem-se sugestões no material), mas sem fornecer respostas diretas, permitindo que os alunos desenvolvam habilidades investigativas.

A partir desses casos investigativos, é sugerido a realização de experimentos, o professor deve orientar a aplicação dos procedimentos experimentais, garantindo que os alunos compreendam a metodologia e os princípios científicos por trás do experimento. Durante a execução, os alunos devem ser incentivados a registrar dados, fazer observações detalhadas e refletir sobre os resultados. A etapa experimental deve reforçar os conceitos abordados no caso investigativo e permitir a validação ou refutação das hipóteses propostas.

Após a investigação e a execução dos experimentos, o professor deve promover um momento para falar sobre os resultados, momento esse, essencial para os alunos possam interpretar os dados coletados e reflitam sobre suas hipóteses iniciais. O professor pode intervir com perguntas que incentivem a análise crítica. O professor, ao conduzir esse processo de forma estruturada e colaborativa, promove o pensamento crítico e a capacidade de resolver problemas.

A seguir, apresentam-se três casos investigativos elaborados com o objetivo de promover uma abordagem ativa, centrada no trabalho experimental e na problematização. Cada caso aborda um tema específico relacionado à ação de enzimas: o uso de enzimas em detergentes enzimáticos; o fenômeno enzimático envolvido na não solidificação da gelatina quando misturada ao abacaxi fresco; e os processos enzimáticos ligados à escurecimento e à conservação de alimentos frescos, com foco nas polifenoloxidas. Além da descrição de cada situação-problema, são fornecidas sugestões de estratégias para a implementação em sala de aula, incluindo orientações para a condução dos experimentos, formas de engajamento dos estudantes e caminhos possíveis para a mediação docente. Esses materiais visam estimular o

pensamento crítico, a curiosidade investigativa e a construção significativa do conhecimento científico por parte dos alunos.

A proposta desses casos investigativos consiste em apresentar sugestões didáticas aos professores, com o objetivo de orientar e enriquecer o planejamento das atividades. Cabe aos docentes definir a ordem em que os casos serão abordados, conforme os objetivos pedagógicos e o contexto específico de suas turmas. Além disso, a decisão sobre o agrupamento, ou não, dos experimentos, com vistas a elevar o nível de complexidade das atividades, permanece sob autonomia dos professores, permitindo-lhes adaptar os conteúdos às necessidades e realidades de seus estudantes.

2 CASO INVESTIGATIVO – O ENIGMA DAS ENZIMAS

O laboratório de perícia criminal da cidade estava em alvoroço com a chegada de uma nova leva de materiais para análise. Era um caso complexo, envolvendo múltiplas cenas de crime e diversas amostras que precisavam ser tratadas com extremo cuidado. No meio de todo o caos organizado, Elijah, um jovem assistente de laboratório, foi designado para uma tarefa essencial, mas frequentemente subestimada: desinfetar os materiais que os peritos utilizaram.

Elijah sempre foi detalhista. Enquanto trabalhava, ele começou a perceber uma diferença notável na eficácia da desinfecção dos materiais que passavam pelas mãos de Lia, a perita mais experiente do laboratório. As superfícies dos instrumentos que ela utilizava pareciam sempre estar mais brilhantes, sem nenhum resíduo aparente. Curioso, ele decidiu investigar o que poderia estar por trás dessa diferença.

Certa manhã, enquanto Lia organizava seus instrumentos após mais uma análise, Elijah se aproximou e perguntou:

- *“Lia, notei que os instrumentos que você usa sempre ficam impecáveis após a desinfecção. Você faz algo diferente?”*

- Com um sorriso *“Ah, Elijah, você é realmente observador. Na verdade, tenho um pequeno truque. Utilizamos aqui um detergente à base de enzimas para desinfetar as superfícies dos instrumentos. Quando usado corretamente, essa solução enzimática faz maravilhas na desinfecção.”*

Essa resposta despertou a curiosidade científica de Elijah. Ele sabia que enzimas eram moléculas biológicas com funções específicas, mas nunca tinha pensado em como elas poderiam ser tão eficazes na desinfecção de materiais de laboratório.

Ele decidiu pedir a ajuda de Lia para entender melhor o funcionamento da solução enzimática.

- *“Lia, poderia me explicar melhor como essa solução enzimática funciona? Estou realmente interessado em entender o que faz ela ser tão eficiente.”*

- *“Elijah, eu adoraria te explicar em detalhes agora, mas com todas as análises que tenho em mãos, meu tempo está apertado. Deixe-me te dar um conselho: comece explorando o que são enzimas e como elas funcionam. Pense nos fatores que podem influenciar a atividade delas — temperatura, pH, concentração do substrato, entre outros. Depois disso, traga suas dúvidas e descobertas, e podemos discutir com base em seu entendimento. O que você descobrirá vai te surpreender.”*

Elijah decidiu que precisava aprofundar suas pesquisas sobre enzimas e talvez até realizar uma série de testes experimentais. Seu objetivo era entender como diferentes fatores poderiam influenciar a eficiência da desinfecção.

Objetivo: Como estagiários, vocês devem investigar como as enzimas presentes nos detergentes atuam na desinfecção de instrumentos, entendendo os mecanismos de ação dessas moléculas e os fatores que influenciam sua eficácia.

2.1 SUGESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DO CASO

A proposta de caso investigativo está estruturada em quatro momentos distintos, nos quais cada etapa exerce uma função estratégica dentro do processo de ensino-aprendizagem. Essa organização favorece uma progressão didática que não se limita à simples transmissão de conteúdos, mas promove a construção ativa do conhecimento pelos estudantes. Desse modo, parte da mobilização da curiosidade científica, avançando para a consolidação de conceitos fundamentais e culminando em reflexões críticas, fomentando o aprendizado ocorra de maneira orgânica, valorizando tanto o percurso quanto o resultado.

Outro aspecto relevante é a flexibilidade da proposta. Os momentos descritos não devem ser compreendidos como etapas rígidas ou inflexíveis, mas como guias metodológicos que podem ser adaptados conforme o perfil da turma, o tempo disponível, os recursos acessíveis e os objetivos específicos do docente. Assim, o professor pode aprofundar determinadas atividades, encurtar ou expandir discussões, ou ainda propor variações nos experimentos e estudos de caso, de modo a alinhar a experiência pedagógica com as necessidades concretas do contexto universitário.

2.1.1 Momento 1 – Introdução ao caso

A princípio, o professor pode entregar o texto do caso investigativo sobre “O Enigma das Enzimas” para que os estudantes possam realizar em um momento coletivo a leitura do caso para garantir que todos os alunos compreendam o cenário e os desafios enfrentados por Elijah. Em seguida, o professor pode apresentar o cenário do laboratório e o papel de Elijah na investigação, neste momento pode propor uma organização dos alunos em grupos, salientando que cada grupo será responsável por investigar um aspecto do caso apresentado.

O objetivo é instigar os estudantes por meio de uma situação real ou simulada que envolva o papel das enzimas em contextos biológicos e industriais. O professor atua como mediador, provocando questionamentos e levantando hipóteses iniciais junto à turma, de modo a ativar conhecimentos prévios e gerar engajamento.

Para a reflexão inicial, pode realizar alguns questionamentos estratégicos que possam direcionar os estudantes a refletirem demais pontos sobre o caso promovendo um bom desenvolvimento e análise crítica, estimulando-os a considerar diferentes perspectivas e a

pensar sobre as possíveis implicações e soluções para o problema apresentado. Pode realizar esses questionamentos norteadores:

Já tiveram experiências com diferentes tipos de limpeza (no geral) e se conhecem algo sobre enzimas?

O que sabem sobre enzimas?

O que entendem sobre as funções das enzimas?

Incentive-os a compartilhar histórias e experiências pessoais relacionadas a limpeza e produtos químicos. E ao mesmo tempo, forneça explicações do conceito de enzimas como catalisadores biológicos que aceleram reações químicas sem serem consumidos no processo. Na sequência, o professor pode aprofundar a exploração do funcionamento das enzimas e identificar os fatores que influenciam sua atividade.

2.1.2 Momento 2 – Experimentos e os conceitos básicos sobre enzimas

Com as problematizações iniciais sobre o caso juntamente com os conhecimentos de aspectos centrais das ações enzimáticas, o professor pode propor um momento para experimentação onde pode fazer relações entre as explicações e conhecimento adquiridos com momentos anteriores e ainda podendo introduzir os conceitos e os aspectos pertinentes sobre a temática enzimas juntamente com os experimentos ou após.

Apresentar aos alunos os conceitos básicos sobre enzimas (Quadro 1), com o objetivo de familiarizá-los com o tema e os fundamentos essenciais, preparando-os para explorar como as enzimas podem ser aplicadas em contextos práticos.

Quadro 1 – Conceitos para serem trabalhados durante as reflexões

Conceitos	Descrição
Enzima	É uma biomolécula de proteína ou RNA, que catalisa uma reação química específica. Ela aumenta a velocidade da reação sem ser consumida no processo.
Substrato	Uma molécula que se liga no sítio ativo e sobre a qual a enzima atua para catalisar uma reação química específica.
Sítio Ativo	É uma região da superfície da enzima à qual se liga a molécula do substrato e que o transforma cataliticamente; também conhecido como sítio catalítico
pH Ótimo	É um pH característico no qual uma enzima tem atividade catalítica máxima.
Energia de Ativação	É a quantidade de energia necessária para iniciar uma reação química.
Chave-Fechadura	Chave (substrato): O substrato é a molécula que a enzima age sobre. Ele deve ter uma forma complementar ao sítio ativo da enzima. Fechadura (sítio ativo da enzima): O sítio ativo da enzima é uma região com uma forma específica que se encaixa no substrato.
Especificidade enzimática	Capacidade que uma enzima tem de reconhecer e catalisar a transformação de um substrato específico, ou seja, apenas determinadas moléculas (substratos) são compatíveis com o sítio ativo de uma enzima.

Fonte: Nelson; Cox, 2014.

É pertinente, neste momento, ressaltar os diversos fatores que exercem influência direta ou indireta sobre as atividades enzimáticas. A compreensão desses elementos é fundamental, não apenas para o entendimento dos mecanismos bioquímicos essenciais à vida, mas também para a aplicação prática desse conhecimento em áreas como a biotecnologia, medicina, indústria alimentícia e pesquisa científica. Assim, a seguir (Quadro 2), abordaremos os fatores que modulam a ação das enzimas.

Quadro 2 – Fatores que afetam a atividade enzimática

Fatores	Descrição
Temperatura	Aumento da temperatura pode acelerar a atividade enzimática até um ponto ótimo, mas acima desse ponto, a enzima desnatura.
pH	Cada enzima tem um pH ótimo no qual funciona melhor. Fora desse intervalo, a atividade enzimática diminui.
Concentração de Substrato	Quanto mais substrato disponível, maior será a atividade enzimática até um limite.

Fonte: Nelson e Cox, (2014).

Durante as reflexões do caso durante os experimentos ou após, é importante ressaltar de forma clara o conceito de enzimas, destacando seus componentes principais, como o substrato e o sítio ativo. Apresentar a terminologia básica, incluindo termos essenciais como substrato, produto, sítio ativo e especificidade enzimática, ajuda os estudantes a compreenderem a função das moléculas.

Além disso, sugere-se debater a relevância das enzimas não apenas em processos biológicos fundamentais, como digestão e metabolismo celular, mas também no contexto industrial, onde são amplamente utilizadas em processos como a produção de alimentos, medicamentos e biocombustíveis. Dessa forma, os alunos poderão perceber a importância prática e científica das enzimas, favorecendo uma compreensão mais integrada e contextualizada do tema.

2.1.2.1 Experimento A - Eficiência de diferentes detergentes enzimáticos

Objetivo: Investigar a eficiência de detergentes enzimáticos na remoção de proteínas, lipídios e carboidratos.

- **Momento 1** – Identificar detergentes com maior capacidade de desinfecção de resíduos e em quais condições são ideais para sua utilização em materiais utilizados em laboratórios considerando diferentes condições de pH e temperatura.
- **Momento 2** – Avaliar a eficácia na remoção de resíduos comparando com detergentes convencionais.

Materiais Necessários:

- Detergente enzimático com 3 ou mais enzimas na sua composição;
- Detergente comum;
- Sabão de laboratório neutro (controle);
- Materiais de laboratório (tubos de ensaio, pipetas, béqueres etc.);
- Amostras de tecido (branco e de tamanho igual) – podem ser pedaços de algodão ou outro tecido absorvente;
- Soluções de proteína (mioglobina, ovo cru e/ou leite), lipídios (óleo vegetal), e amido (solução de amido) (definir um valor fixo para cada solução);
- Soluções tampão para ajustes de pH (exemplo: pH - 5, 7 e 9);
- Termômetro e cronômetro;
- Banho-maria para imersão e agitação (se possível);
- Água destilada para enxágue;
- Pipetas e béqueres para medição de líquidos;
- Lupa (para avaliação visual).

Procedimento (Momento 1):

1. Seleção de Materiais:

- Utilize materiais comumente presentes em laboratórios, como:
 - Tubos de ensaio (vidro e plástico);
 - Pipetas (plástico e vidro);
 - Béqueres (vidro);
 - Material cirúrgico ou instrumentos de precisão (se possível);

- Esses materiais devem estar sujos com resíduos simulando a sujeira de laboratório (proteínas, lipídios e amido), deixar os materiais secarem ao ar por um período (30 minutos a 1 hora).

2. **Preparação de Soluções com Diferentes pH:** (Falou que são as mesmas informações.)

- Prepare soluções tampão para criar diferentes condições de pH (ácido, neutro e alcalino).
- Sugestão de pH a serem testados: 5 (ácido), 7 (neutro) e 9 (alcalino).

3. **Contaminação Padronizada dos Materiais:**

- Suje os materiais com uma solução padrão de proteínas (ovo cru ou leite), amido (solução de amido) e lipídios (óleo vegetal) para simular as condições de contaminação no laboratório.
- Deixe secar os resíduos para aumentar o nível de dificuldade de limpeza.

4. **Limpeza dos Materiais:**

- Divida os materiais em grupos iguais para testar os três detergentes sob diferentes pH.
- Cada grupo será limpo em três condições diferentes: detergente enzimático A, detergente enzimático B, e detergente enzimático C, cada um testado em três pH diferentes (5, 7 e 9).
- A limpeza será realizada com agitação por 10 minutos em temperatura ambiente, utilizando uma solução diluída do detergente enzimático conforme as recomendações dos fabricantes.
- Após o tempo de imersão, os materiais serão lavados com água destilada e enxaguados.

Procedimento (Momento 2):

1. **Preparação das manchas:**

- Pegue pedaços de tecido branco e aplique três tipos de manchas:
 - **Proteína (mioglobina):** Pingue algumas gotas da solução de mioglobina em uma área do tecido.
 - **Lipídios (óleo):** Aplique algumas gotas de óleo vegetal ou outro lipídio em outra parte do tecido.
 - **Amido:** Aplique algumas gotas da solução de amido em outra parte.

- Deixe os tecidos secarem ao ar por um período (30 minutos a 1 hora).

2. Divisão das amostras:

- Divida os tecidos manchados em grupos:
 - Grupo 1: Lavar com detergente enzimático.
 - Grupo 2: Lavar com detergente comum (detergente não enzimático).
 - Grupo 3: Lavar com sabão neutro (controle comparativo).

3. Lavagem das amostras:

- Prepare soluções de detergente enzimático e não enzimático conforme as instruções do fabricante.
- Em diferentes bandejas plásticas, adicione:
 - Bandeja 1: solução de detergente enzimático + água morna.
 - Bandeja 2: solução de detergente não enzimático + água morna.
 - Bandeja 3 (Grupo de Controle): apenas água morna, sem detergente.
- Coloque cada pedaço de tecido em sua respectiva solução (cada bandeja deve conter tecidos com as três manchas).
- Use o cronômetro para garantir que todas as amostras sejam imersas por tempos iguais (ex.: 5–10 minutos).
- Remova os tecidos, enxágue com água destilada e deixe secar.

4. Análise:

- Após secar, os tecidos serão analisados visualmente com o auxílio de uma lupa (ou microscópio se possível) para verificar a quantidade de resíduo deixado pelas manchas.
- Registrar os resultados com base na clareza das áreas manchadas antes e depois da lavagem.

Reflexões:

Momento 1:

- Determinar o detergente mais eficiente e o pH mais adequado para a limpeza dos materiais utilizados em laboratórios;
- As condições ótimas de uso devem garantir a máxima remoção de resíduos orgânicos sem danificar os materiais do laboratório;
- Com os dados em mãos, será possível fazer recomendações práticas para o uso desses detergentes em ambientes laboratoriais, otimizando os protocolos de desinfecção.

Momento 2:

- Evidenciar o desempenho do detergente enzimático na remoção de manchas de proteínas, lipídios e carboidratos do que os detergentes comuns, devido à ação das enzimas.

2.1.2.2 Experimento B - Enzima amilase salivar (Ptialina) sobre o amido

Objetivo: Analisar como o pH afeta a atividade da amilase salivar sobre o amido (adaptado de Santos (2013) e Pereira e Gradella (2019)).

Materiais:

- Amido solúvel (solução de amido)
- Solução de iodo (para detectar amido)
- Saliva (fonte de amilase)
- Soluções tampão com diferentes pH (ácido, neutro, alcalino)
- Tubos de ensaio
- Conta-gotas

Procedimento:

1. Prepare três tubos de ensaio, cada um com uma solução de amido.
2. Adicione uma solução tampão de pH diferente em cada tubo (ex.: pH 4, pH 7, pH 9).
3. Adicione 20 mL de saliva a cada tubo.
4. Incube os tubos por 10-15 minutos a temperatura ambiente.
5. Após a incubação, adicione algumas gotas de solução de iodo a cada tubo e observe a mudança de cor.
6. O iodo fica azul escuro na presença de amido, indicando que o amido não foi completamente digerido. Uma coloração mais clara ou ausência de cor indica maior atividade enzimática e digestão de amido.

Reflexões:

- Compare os resultados para determinar em qual pH a amilase foi mais eficaz.
- Explique como a variação do pH pode afetar a estrutura do sítio ativo da amilase e, consequentemente, sua capacidade de interagir com o substrato.

2.1.2.3 Experimento C - Efeito do pH na atividade da catalase

Objetivo: Investigar como o pH influencia a atividade da catalase, uma enzima que decompõe o peróxido de hidrogênio em água e oxigênio (adaptado de Gonçalves, (2021)).

Materiais:

- Peróxido de hidrogênio (H_2O_2);
- Batata ou fígado (fonte de catalase);
- Soluções tampão de diferentes pH (ex.: pH 4, pH 7, pH 10);
- Tubos de ensaio ou copinhos transparentes;
- Conta-gotas;

Procedimento:

1. Prepare três tubos de ensaio, cada um contendo 1 mL de peróxido de hidrogênio.
2. Adicione a cada tubo uma solução (testar uma quantidade adequada) tampão de pH diferente.
3. Adicione um pedaço ($1,5 \text{ cm}^2$) de batata ou fígado a cada tubo (fonte de catalase).
4. Observe a formação de bolhas de oxigênio (efervescência) como indicativo da atividade enzimática.
5. Compare a intensidade da efervescência em cada tubo.

Reflexões:

- Determine em qual pH a catalase foi mais ativa, gerando mais bolhas.
- Explique como o pH pode influenciar a estabilidade da enzima e sua capacidade de catalisar a reação de decomposição do peróxido de hidrogênio.

2.1.2.4 Experimento D - Experimento sobre a influência da temperatura na atividade enzimática

Objetivo: Investigar como a temperatura afeta a atividade de uma enzima específica.

Materiais:

- Solução de enzima (exemplo: amilase ou catalase)
- Substrato correspondente (exemplo: amido para amilase ou peróxido de hidrogênio para catalase)
- Tubos de ensaio
- Termômetro
- Banhos de água a diferentes temperaturas (0°C, 25°C, 37°C, 60°C)
- Cronômetro
- Reagentes indicadores (exemplo: lugol para amido)

Procedimento:

1. Preparar soluções de enzima e substrato misturando-as.
2. Dividir a solução de enzima em diferentes tubos de ensaio (2 mL).
3. Colocar cada tubo em banhos de água a diferentes temperaturas (por exemplo, 0°C, 25°C, 37°C, e 60°C) por um período (determinar o período).
4. Adicionar o substrato à solução de enzima em cada temperatura.
5. Medir a atividade enzimática monitorando a reação (por exemplo, usando lugol para detectar a presença de amido não digerido no caso da amilase).
6. Registrar o tempo necessário para a reação ocorrer em cada condição de temperatura.

Reflexões:

- Os alunos devem analisar como a variação da temperatura afeta a velocidade da reação enzimática, identificando a temperatura ótima e observando o que acontece com a enzima em temperaturas muito altas ou baixas.

Ao concluir este momento dedicado aos experimentos, o professor pode propor atividades complementares, tais como:

- Solicitar aos alunos que analisem os resultados dos experimentos com conclusões sobre o que foi observado e façam um relatório científico, onde eles devem explicar os resultados dos experimentos sobre a temática enzimas.
- Propor uma sessão de reflexões em grupo sobre os resultados experimentais, onde cada grupo apresenta suas conclusões e os outros grupos devem fazer perguntas críticas.
- Promover um debate ou simulação de cenário sobre o caso, incentivando reflexões mais ampla sobre o uso de enzimas em laboratórios, envolvendo diferentes perspectivas e personagens.

Sugestões para o professor

- Recomende aos alunos a leitura de artigos ou capítulos de livros sobre o mecanismo de ação das enzimas e como elas influenciam a velocidade das reações químicas.
- Debater sobre a estrutura tridimensional das enzimas e como a configuração do sítio ativo é essencial para a ligação do substrato.
- A relação entre a forma do substrato e o sítio ativo da enzima, explicando o conceito de “chave e fechadura” ou “ajuste induzido”.

2.1.3 Momento 3 – Aplicações de enzimas na indústria e pesquisa

Para esse momento, o professor pode explorar como as enzimas são utilizadas em contextos práticos, com foco em aplicações na indústria e no laboratório. Se houver necessidade de revisão sobre os fatores que afetam a atividade enzimática, debata como os fatores identificados nas aulas anteriores se aplicam em contextos reais.

Para instigar acerca das aplicações industriais de Enzimas, pode-se apresentar exemplos de como as enzimas são usadas na indústria de detergentes, alimentos e bebidas, e talvez em processos de biotecnologia. Tem sua importância ressaltar/explicar como enzimas são projetadas e otimizadas para condições específicas de uso.

Para reflexões mais abrangentes, pode apresentar estudos sobre a eficiência das enzimas serem crucial para o sucesso de um produto ou processo, já que essas condições (pH, temperatura, concentração) são ajustadas para maximizar a eficácia das enzimas em aplicações.

2.1.4 Momento 4 – Reflexões finais do caso investigativo

Para encerrar e concluir o caso, os conhecimentos adquiridos na análise do caso investigativo, debater os experimentos sobre os fatores que afetam a eficiência da solução enzimática podem ser revisados. Nesse momento, é importante relembrar o cenário do laboratório e o papel de Elijah, e solicitar aos alunos que revisem as descobertas e hipóteses formuladas nas aulas anteriores.

Para a realização da análise da solução enzimática, interpretar como os fatores de temperatura, pH e concentração do substrato podem ter influenciado a eficácia da solução enzimática usada por Lia. A análise como esses fatores podem ter sido otimizados para garantir que a solução enzimática fosse eficaz na limpeza dos instrumentos.

Para finalizar um pequeno debate com reflexão, podendo dividir a turma em grupos para debater o impacto da eficiência das enzimas na qualidade e segurança das análises laboratoriais. Peça aos grupos para apresentarem suas conclusões e propostas para melhorar o processo de limpeza no laboratório.

Sugestões para o Professor

- Incentivar os estudantes a explorar além dos conceitos básicos, como a especificidade enzimática e a teoria do encaixe induzido.
- Durante os experimentos, guiar os estudantes para que controlem variáveis e façam observações cuidadosas, estimulando a aplicação do método científico.
- Facilitar debates após os experimentos para que os estudantes possam falar diferentes interpretações dos resultados e como isso se relaciona com os conceitos estudados.
- Relacionar os conceitos trabalhados a situações do dia a dia, como a escolha de produtos de limpeza, para tornar o aprendizado mais relevante e contextualizado.

3 CASO INVESTIGATIVO – A GELATINA E O ABACAXI FRESCO

Dona Maju, uma cozinheira experiente e muito querida na pequena Cidade de São João, famosa por seus deliciosos pratos e sobremesas especialmente suas gelatinas de frutas, que sempre faziam sucesso nos almoços de domingo em família. Certo dia, decidida a inovar, ela resolveu preparar uma gelatina de abacaxi fresco, uma ideia que parecia perfeita para o almoço que reuniria toda a família.

Na manhã do domingo, Dona Maju foi à feira e escolheu um abacaxi fresco, suculento e de aroma inconfundível. Ao chegar em casa, ela cortou o abacaxi em pedaços generosos e, com o carinho que sempre dedicava às suas receitas, misturou-os na gelatina que estava preparando. Tudo parecia estar correndo bem, mas, quando chegou a hora de servir a sobremesa, algo estava errado.

A gelatina, que deveria estar firme e vibrante, estava líquida e mole, completamente arruinada. Dona Maju, que sempre seguia suas receitas com precisão, ficou frustrada e sem entender o que havia dado errado. Determinada a resolver o mistério, ela chamou seu neto Julian, um jovem estudante de ciências, para ajudá-la a descobrir o que havia ocorrido.

- Dona Maju: *“Julian, meu querido, estou tão chateada! Preparei a gelatina de abacaxi com tanto carinho, mas ela não endureceu. Eu fiz tudo como sempre faço. O que será que deu errado?”*

- Julian: *(curioso para ajudar) “Vovó, vamos resolver isso juntos! Deixe-me pensar... Abacaxi fresco, gelatina... Acho que posso ajudar; vou buscar ideias para entender o que pode ter acontecido.”*

- Dona Maju: *“Ah, será que foi o abacaxi? Ele estava tão fresco e delicioso ... Mas por que isso estragaria a gelatina?”*

- Julian: *“Bem, vovó, frutas como o abacaxi têm algumas características especiais. Acho que o problema pode estar em algo presente no abacaxi fresco.”*

- Dona Maju: *“Eu ainda quero servir essa gelatina de abacaxi no almoço de hoje!”*

Julian, entusiasmado com o desafio, começou a pesquisar sobre as razões do problema ... e como isso ocorria para poder explicar para sua avó. A Dona Maju ficará muito aliviada ao saber o motivo e para poder preparar uma nova sobremesa, desta vez da forma correta a tempo para poder servir um almoço inesquecível para a família.

Objetivo: Suponhamos que os netos da Dona Maju precisam explicar por que a gelatina não endurece com abacaxi fresco? Qual é o papel da enzima bromelina nesse processo? Como você explicaria a importância de usar abacaxi em conserva ou cozido ao fazer uma gelatina?

3.1 SUGESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DO CASO

Para o desenvolvimento do CI o intento gira entorno em compreender sobre a relação entre a atividade enzimática e a estrutura proteica, explorando e enfatizando os conceitos como enzimas proteolíticas, desnaturação enzimática por fatores como o calor e a importância do conhecimento bioquímico na resolução de problemas práticos do dia a dia.

3.1.1 Momento 1 – Introdução ao caso, conceitos básicos e enzimas proteolíticas

Inicialmente o professor introduz a história de Dona Maju e Julian, apresentando o caso no formato que desejar (pode-se ser um pequeno teatro ou não) para envolver os alunos emocionalmente e despertar a curiosidade. Propor o caso de Dona Maju, da qual a gelatina que não endureceu da forma correta, introduzindo os conceitos básicos sobre gelatina (colágeno) e enzimas proteolíticas. Pode indagar momentos com a perguntas aos alunos, se já passaram por algo parecido ou se conhecem algum problema culinário similar, pois isso contribuirá para contextualização do problema. O intuito é incentivar os alunos a levantar hipóteses iniciais:

“Por que a gelatina não endureceu com o abacaxi fresco?”

“O que vocês acham que pode ter acontecido?”

Em seguida, pode realizar uma **atividade em grupo** dividindo os alunos em grupos e para debater possíveis hipóteses que possam explicar o problema com a gelatina de abacaxi fresco. Neste momento o intuito é proporcionar aos alunos um momento em que investiguem o que são enzimas proteolíticas e tragam/apresentem exemplos de alimentos e/ou processos que as utilizam.

Sugestões para o professor

- Explicar brevemente o que é gelatina (colágeno desidratado que, ao ser hidratado, forma uma rede tridimensional que aprisiona a água, permitindo sua solidificação ao esfriar).
 - Introduzir o conceito de enzimas: moléculas biológicas que aceleram reações químicas. No caso de algumas frutas, essas enzimas podem interferir em processos como a solidificação da gelatina.
 - Estrutura da gelatina (colágeno).
 - Função e definição de enzimas.
- Introdução às enzimas proteolíticas (enzimas que quebram proteínas).

3.1.2 Momento 2 – Experimento e os conceitos básicos sobre enzimas proteolíticas

Com o término do primeiro momento, o direcionamento do caso é explorar o papel das enzimas proteolíticas, como a bromelina no abacaxi, e seu efeito na quebra de proteínas, impedindo a solidificação da gelatina. Neste objetivo, a ideia é entender o funcionamento das enzimas neste contexto, assim como essas propriedades têm o efeito sobre determinadas condições.

Se necessário, revisitar os aspectos centrais do momento anterior, uma breve revisão das hipóteses debatidas. Algumas sugestões de perguntas para esse momento de reflexão:

“O que você acha que acontece quando uma enzima entra em contato com proteínas que estão presentes na gelatina?”

“Qual é o papel da enzima bromelina nesse processo?”

“Por que o abacaxi em conserva ou cozido pode ser usado na gelatina sem problemas?”

O intuito é que os estudantes passem a entender o conceito de enzimas proteolíticas (Quadro 3), que quebram ligações peptídicas em proteínas, e como isso afeta a estrutura da gelatina. Outro ponto a ressaltar, é apresentar a bromelina, uma enzima proteolítica presente no abacaxi fresco. Mostrar que ela quebra as proteínas do colágeno da gelatina, o que impede a formação da rede que solidifica a gelatina.

Quadro 3 – Conceitos para serem trabalhados durante as reflexões

Conceitos	Descrição
Enzima	É uma biomolécula de proteína ou RNA, que catalisa uma reação química específica. Ela aumenta a velocidade da reação sem ser consumida no processo.
Substrato	Uma molécula que se liga no sítio ativo e sobre a qual a enzima atua para catalisar uma reação química específica.
Sítio Ativo	É uma região da superfície da enzima à qual se liga a molécula do substrato e que o transforma cataliticamente; também conhecido como sítio catalítico
pH Ótimo	É um pH característico no qual uma enzima tem atividade catalítica máxima.
Energia de Ativação	É a quantidade de energia necessária para iniciar uma reação química.
Chave-Fechadura	Chave (substrato): O substrato é a molécula que a enzima age sobre. Ele deve ter uma forma complementar ao sítio ativo da enzima. Fechadura (sítio ativo da enzima): O sítio ativo da enzima é uma região com uma forma específica que se encaixa no substrato.
Especificidade enzimática	Capacidade que uma enzima tem de reconhecer e catalisar a transformação de um substrato específico, ou seja, apenas determinadas moléculas (substratos) são compatíveis com o sítio ativo de uma enzima.
Desnaturação	A perda de estrutura ou alteração da tridimensional é suficiente para causar a perda de função.

Fonte: Nelson; Cox, 2014.

Incentivar e relacionar as ideias adquiridas até momento com experimentos investigativos, é interessante e pode realizar um experimento comparando a ação de abacaxi fresco versus abacaxi cozido (ou em conserva) em gelatina, mostrando o efeito da bromelina na gelatina fresca. Ao aquecer o abacaxi, a enzima bromelina é desnaturada (inativada), permitindo que a gelatina solidifique. Pode-se apresentar ainda o conceito de desnaturação, mostrando que o calor pode desnaturar proteínas, incluindo enzimas. Outros questionamentos pertinentes para a debate:

“Como o cozimento ou o uso de abacaxi em conserva afeta o funcionamento da bromelina?”

“O que podemos fazer para evitar esse problema?”

3.1.2.1 Experimento A - Efeito da Bromelina no Endurecimento da Gelatina

Objetivo: Investigar o motivo da presença de bromelina no abacaxi fresco afeta o endurecimento da gelatina (adaptado de Silva, Santos e Oliveira (2024)).

Materiais:

- Gelatina em pó (não saborizada) 7 mL;
- Abacaxi fresco (1,5 cm²)
- Abacaxi enlatado (ou cozido)
- Outros frutos (ex.: morango, maçã) para controle
- Água quente 3 mL;
- Copos plásticos ou taças pequenas

Procedimento:

- Prepare quatro copos com gelatina conforme as instruções da embalagem.
- Adicione pedaços de abacaxi fresco em um dos copos.
- Adicione pedaços de abacaxi enlatado (ou cozido) em outro copo.
- Adicione pedaços de uma fruta que não contenha enzimas proteolíticas (ex.: morango ou maçã) em outro copo.
- Deixe o último copo como controle, sem frutas.
- Coloque todos os copos na geladeira e deixe endurecer por algumas horas.
- Após o tempo de endurecimento, observe quais gelatinas solidificaram e quais não.

Reflexões:

- Debata como a bromelina degrada as proteínas da gelatina, impedindo a formação da rede de gel necessária para o endurecimento.

3.1.3 Momento 3 – Experimento e os fatores que afetam a atividade enzimática

Com o entendimento constituído em momentos anteriores a este caso sobre a ação das enzimas proteolíticas e bromelina no abacaxi, tem sua importância em entender sobre os fatores que afetam a atividade das enzimas, como temperatura e pH, aplicando esses conceitos ao caso do abacaxi e da gelatina (Quadro 4). Neste caso, realçar os fatores que afetam a atividade enzimática e apresentar os principais fatores que influenciam a atividade enzimática.

Quadro 4 – Fatores que afetam a atividade enzimática

Fatores	Descrição
Temperatura	Aumento da temperatura pode acelerar a atividade enzimática até um ponto ótimo, mas acima desse ponto, a enzima desnatura.
pH	Cada enzima tem um pH ótimo no qual funciona melhor. Fora desse intervalo, a atividade enzimática diminui.
Concentração de Substrato	Quanto mais substrato disponível, maior será a atividade enzimática até um limite.

Fonte: Nelson e Cox, (2014).

Com estes momentos realizados sobre os aspectos que influenciam na atividade enzimática, o professor em questão pode explicar sobre a aplicação ao Caso do Abacaxi, debatendo com os alunos como o cozimento ou uso de abacaxi em conserva desnatura a bromelina, impedindo que ela quebre o colágeno da gelatina. Pode-se ainda explorar a ideia de usar outros fatores (como o pH) para inibir a atividade da bromelina em cenários culinários. Neste momento o professor pode propor um experimento, sendo uma experiência prática simples onde os alunos testam diferentes condições de pH e/ou temperatura em um substrato proteico e observam a ação de uma enzima.

Sugestões para o Professor

- Incentivar os estudantes a aprofundar a compreensão de como as enzimas afetam a estrutura de proteínas e as implicações para a indústria alimentícia.
- Durante a realização dos experimentos, garantir que os alunos compreendam a importância de controlar variáveis como tempo e temperatura, fundamentais para interpretar corretamente os resultados.
- Relacionar a importância da inativação enzimática na produção industrial de alimentos.

3.1.3.1 Experimento B - Inativação da Bromelina pelo Calor.

Objetivo: Analisar o fator temperatura sobre a atividade da bromelina e sua interação com o processo de gelificação da gelatina.

Materiais:

- Abacaxi fresco 1,5 cm²
- Água quente
- Gelatina em pó
- Copos plásticos ou taças pequenas

Procedimento:

- Ferva pedaços de abacaxi fresco por alguns minutos.
- Prepare gelatina conforme as instruções e divida em dois copos 3 mL.
- Adicione pedaços de abacaxi fresco no primeiro copo.
- Adicione pedaços de abacaxi fervido (ou enlatado) no segundo copo.
- Coloque os copos na geladeira e deixe endurecer.
- Compare os resultados após algumas horas (realizar testes para definir).

Reflexões:

- Verifique se a gelatina com o abacaxi fervido endureceu e compare com a gelatina que continha abacaxi fresco.
- Debata o efeito da temperatura na desnaturação de enzimas e como o calor pode inativar a bromelina, permitindo a solidificação da gelatina.

3.1.4 Momento 4 – Reflexões finais e aplicações culinárias e biotecnológicas das enzimas

Com a elaboração e aplicação dos aspectos para solução do problema proposto pelo caso investigativo, pode encerrar sintetizando os conceitos aprendidos e sua aplicação em outros contextos, tanto na culinária quanto em outras áreas da ciência.

O professor guia um debate final onde os alunos explicam, em suas próprias palavras, as razões que a gelatina não endurece com abacaxi fresco e como resolver o problema. Neste momento pode indagar sobre uma questão final para os estudantes:

“Quais outras frutas vocês acham que podem ter um efeito similar ao abacaxi na gelatina?”

Pode-se ainda comentar sobre outras aplicações dessas enzimas, inclusive no contexto da Biotecnológicas das Enzimas, ampliando o escopo das reflexões, explicando como as enzimas proteolíticas são usadas não apenas na culinária, mas também em outras indústrias, como a biotecnologia (produção de medicamentos, amaciante de carnes, fabricação de detergentes).

Reflexão final que os estudantes ao longo do caso investigativo devem responder:

“Como você explicaria para Dona Maju, da mesma forma que explicaria para um leigo em situação similar, a importância de usar abacaxi cozido ou em conserva ao fazer gelatina?”

O professor pode propor que os estudantes desenvolvam um relatório ou uma apresentação, explicando de forma clara o porquê da gelatina não endurece quando misturada com abacaxi fresco, com base nas reflexões e os experimentos feitos por eles apresentando as possíveis soluções ou alternativas para contornar esse problema, debatendo os processos químicos envolvidos e as maneiras de evitar que a enzima presente no abacaxi interfira na solidificação da gelatina.

4 CASO INVESTIGATIVO – PRESERVAÇÃO DE ALIMENTOS FRESCOS

Na pequena Cidade de Angical, um problema incomum começou a surgir no mercado local. Agricultores e vendedores de frutas e hortaliças notaram que seus produtos estavam escurecendo rapidamente após serem colhidos e expostos nas feiras. Esse fenômeno começou a impactar diretamente as vendas, pois os clientes evitavam comprar frutas e vegetais que já apresentavam sinais de deterioração.

Layla, uma jovem engenheira de alimentos recém-formada, foi chamada para investigar a situação. Ela tinha uma ideia do que poderia estar causando o problema, mas ficou intrigada com a rapidez com que isso estava acontecendo na cidade. Decidida a ajudar, Layla começou a observar o processo desde a colheita até a exposição dos produtos nas bancas.

Durante suas observações, Layla notou que muitas frutas e vegetais estavam sendo manipulados de forma inadequada. Certo dia, enquanto observava as bancas, ela abordou Jeffe, um dos feirantes mais experientes:

- “Jeffe, percebi que muitas frutas estão ficando escuras rapidamente. Você já notou isso?” - perguntou Layla, tentando entender mais sobre as práticas locais.

- “Ah, sim, Layla. Isso tem sido um problema. A gente tenta cuidar, mas às vezes é difícil. Eu, por exemplo, corto as maçãs de manhã e coloco um pouco de suco de laranja nelas. Ajuda a manter a cor por mais tempo” - respondeu Jeffe, com um sorriso de quem conhece bem o mercado.

- “Interessante...” - Layla comentou, pensativa.

Esse diálogo despertou a curiosidade de Layla, que decidiu investigar mais a fundo como diferentes métodos de conservação poderiam influenciar o escurecimento dos vegetais.

Objetivo: Vocês fazem parte da equipe de estagiários que trabalha com Layla. Sua tarefa é ajudar a entender os motivos pelos quais as frutas e vegetais de Angical estão escurecendo tão rapidamente e identificar métodos eficientes para retardar esse processo. Para isso, será necessário realizar um experimento utilizando diferentes técnicas de conservação, como tratamento térmico e químico, para inativar as enzimas responsáveis pelo escurecimento.

4.1 SUGESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DO CASO

O intento do desenvolvimento deste caso investigativo é apresentar o problema do escurecimento acelerado de frutas e vegetais, com foco nas Enzimas Polifenoloxidasas. A proposta é explorar o conceito de escurecimento enzimático e o debater sobre os principais fatores que influenciam esse fenômeno, ressaltando sua relevância na conservação de alimentos e nos processos industriais que buscam minimizar suas consequências.

4.1.1 Momento 1 – Introdução ao caso

Inicialmente o professor em questão apresenta o CI, contando a história de Layla e os problemas enfrentados na cidade de Angical, destacando a preocupação dos feirantes com o rápido escurecimento dos produtos. Para o momento inicial, tem sua importância em incentivar os alunos a compartilharem suas experiências e levantar hipóteses sobre o que pode estar causando o escurecimento das frutas e vegetais. Para envolver os alunos com perguntas iniciais relevantes:

“Vocês já notaram frutas escurecendo rapidamente depois de cortadas?”

“Por que vocês acham que as frutas e vegetais escurecem após serem cortados?”

“O que está acontecendo quimicamente para causar essa mudança de cor?”

“Vocês acham que todas as frutas e vegetais escurecem da mesma forma?”

“Será que há uma relação entre o tipo de fruta e a atividade dessa enzima?”

Com as contribuições dos estudantes, pode-se introduzir brevemente a ideia de que o escurecimento pode ser causado por um processo químico e/ou biológico. Um conceito interessante para introduzir é o conceito de escurecimento enzimático, causado pela ação de uma enzima chamada polifenoloxidase (PPO), que catalisa a oxidação de fenóis presentes nos vegetais, levando à formação de melaninas (pigmentos escuros). Debater o papel do oxigênio no processo, destacando que o escurecimento acontece principalmente após a exposição ao ar.

Reservar um momento para estudantes reflexão sobre o assunto, como uma Atividade em Grupo pode ser interessante. Divida os alunos em pequenos grupos e peça que debatem como acham que o escurecimento pode ser retardado. Incentive-os a levantar hipóteses para serem testadas em aulas futuras.

O professor pode também incentivar a busca por métodos comuns de evitar o escurecimento de frutas, como o uso de suco de limão ou conservantes, para reforçar e complementar outras ideias que possam ser relevantes ao exemplificar esse fenômeno.

4.1.2 Momento 2 – Experimento e conceitos na atividade enzimática

Com as reflexões iniciais sobre o que está causando o escurecimento, o próximo momento que o professor pode-se fomentar a exploração dos fatores que influenciam a atividade da polifenoloxidase (PPO), como pH, temperatura e exposição ao oxigênio, e fazer uso de experimentos para testagem desses fatores.

Cabe ao professor, se necessário, revisitar os pontos centrais do momento anterior, como os conceitos debatidos sobre escurecimento enzimático e o papel da polifenoloxidase. Pedir aos alunos que compartilhem suas ideias e possíveis hipóteses sobre métodos para retardar o escurecimento das frutas. Alguns questionamentos para nortear as próximas reflexões sobre CI.

“Vocês acham que o ambiente ácido ou básico pode influenciar a ação da polifenoloxidase?”

“Por que o suco de limão ajuda a evitar o escurecimento?”

“Como a variação do pH pode interferir na estrutura e função das enzimas em geral?”

“O que acontece com as enzimas quando são submetidas a temperaturas elevadas?”

“Como o calor poderia interferir na ação da polifenoloxidase?”

“Vocês acham que temperaturas baixas, como a refrigeração, também podem interferir na ação da enzima? Se sim, de que forma?”

Para esses debates, exige uma explicação minuciosa, ao introduzir os fatores que afetam a atividade enzimática, focando no pH (enzimas têm um pH ótimo de funcionamento), temperatura (aquecimento pode desnaturar enzimas), e exposição ao oxigênio. É passível explicar por que técnicas como a adição de suco de limão (ácido cítrico) retardam o escurecimento, alterando o pH e inibindo a ação da PPO.

Após o experimento, debater com os alunos porque algumas técnicas foram mais eficazes que outras, ligando as observações aos conceitos bioquímicos. Pedir aos alunos que escrevam um breve relatório explicando como os diferentes fatores testados afetam a atividade da PPO.

Considere trabalhar com os alunos os conceitos básicos sobre enzimas (Quadro 5), com o objetivo de familiarizá-los com o tema e os fundamentos essenciais, preparando-os para explorar como as enzimas podem ser aplicadas em contextos práticos.

Quadro 5 – Conceitos para serem trabalhados durante as reflexões

Conceitos	Descrição
Enzima	É uma biomolécula de proteína ou RNA, que catalisa uma reação química específica. Ela aumenta a velocidade da reação sem ser consumida no processo.
Substrato	Uma molécula que se liga no sítio ativo e sobre a qual a enzima atua para catalisar uma reação química específica.
Sítio Ativo	É uma região da superfície da enzima à qual se liga a molécula do substrato e que o transforma cataliticamente; também conhecido como sítio catalítico
pH Ótimo	É um pH característico no qual uma enzima tem atividade catalítica máxima.
Energia de Ativação	É a quantidade de energia necessária para iniciar uma reação química.
Chave-Fechadura	Chave (substrato): O substrato é a molécula que a enzima age sobre. Ele deve ter uma forma complementar ao sítio ativo da enzima. Fechadura (sítio ativo da enzima): O sítio ativo da enzima é uma região com uma forma específica que se encaixa no substrato.
Especificidade enzimática	Capacidade que uma enzima tem de reconhecer e catalisar a transformação de um substrato específico, ou seja, apenas determinadas moléculas (substratos) são compatíveis com o sítio ativo de uma enzima.

Fonte: Nelson; Cox, 2014.

É pertinente, neste momento, ressaltar os diversos fatores que exercem influência direta ou indireta sobre as atividades enzimáticas. Assim, a seguir (Quadro 6), abordaremos os fatores que modulam a ação das enzimas.

Quadro 6 – Fatores que afetam a atividade enzimática

Fatores	Descrição
Temperatura	Aumento da temperatura pode acelerar a atividade enzimática até um ponto ótimo, mas acima desse ponto, a enzima desnatura.
pH	Cada enzima tem um pH ótimo no qual funciona melhor. Fora desse intervalo, a atividade enzimática diminui.
Concentração de Substrato	Quanto mais substrato disponível, maior será a atividade enzimática até um limite.

Fonte: Nelson e Cox, (2014).

Para aplicar os conhecimentos adquiridos, este experimento contribui tanto para o entendimento dos conceitos quanto para a análise das conclusões que poderão ser alcançadas durante os debates sobre o caso, permitindo um entendimento maior dos mecanismos envolvidos e das possíveis soluções práticas para o problema do escurecimento enzimático em alimentos.

4.1.2.1 Experimento A - Escurecimento Enzimático de Frutas e Hortaliças

Objetivo: Investigar os processos de inativação enzimática de frutas e hortaliças (adaptado de Clerici *et al.* (2014)).

Materiais Necessários

Matérias-Primas

- Maçã (ou outras frutas como pêra, banana, etc.)

Vidrarias e Utensílios

- Béqueres de 500 mL e 250 mL
- Balões volumétricos de 100 mL e 200 mL
- Peneiras pequenas
- Pipetas graduadas de 1,0 mL
- Pera de borracha ou pipetador manual
- Bacias de plástico (aproximadamente 2,0 L)
- Panelas de aço inox
- Etiquetas adesivas
- Embalagens plásticas transparentes

Equipamentos

- Fogão
- Forno micro-ondas
- Balança
- Geladeira ou freezer
- Seladora (opcional)

Reagentes

- Solução de água sanitária para higienização (preparada conforme as instruções da ANVISA)
- Ácido cítrico 1%
- Vinagre de álcool
- Refrigerante límpido e incolor
- Suco de laranja recém-preparado
- Solução de metabisulfito de sódio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$)
- Guaiacol 1%
- H_2O_2 (água oxigenada) 10 volumes

Procedimento

Preparo das Amostras

1. Higienização das Maças:

- Mergulhe as maçãs em uma solução de água sanitária (10 mL por litro de água) por 15 minutos.
- Lave as maçãs em água potável.

2. Corte e Preparação:

- Corte as maçãs em quatro partes e remova o miolo contendo as sementes.
- Fatie as maçãs em pedaços de aproximadamente 0,5 cm de largura.

3. Divisão das Amostras:

- Separe as fatias em oito porções, sendo uma delas usada como controle.

Tratamento das Amostras

1. Controle

- Separe três fatias de maçã e realize o teste do guaiacol após 5, 10 e 15 minutos.
- Embale uma porção de maçã em plástico, remova o ar, feche a embalagem, identifique e armazene no freezer por sete dias.

2. Tratamento com Reagentes Químicos

- Mergulhe uma porção de maçã em cada solução (ácido cítrico, refrigerante, suco de laranja, vinagre, e metabisulfito de sódio) por 5, 10 e 15 minutos.
- Retire uma fatia de cada solução e realize o teste do guaiacol.
- Após 15 minutos, retire as fatias restantes, drene por 2 minutos, embale e armazene no freezer ou geladeira.

3. Tratamento com Calor

a) Uso de Fogão Convencional:

- Ferva 200 mL de água e adicione uma porção de maçã, mantendo em fervura por 2 minutos.
- Transfira para um banho de gelo, drene por 2 minutos, embale e armazene.

b) Uso de Forno Micro-ondas:

- Aqueça 200 mL de água no micro-ondas por 1 minuto em potência baixa.
- Adicione a porção de maçã e aqueça por mais 1 minuto.
- Transfira para um banho de gelo, drene por 2 minutos, embale e armazene.

Teste do Guaiacol

- Em uma fatia de maçã, adicione uma gota de guaiacol 1% e uma gota de H_2O_2 .
- Espere 2 minutos e observe a coloração:

- Coloração marrom indica que a peroxidase não foi inativada.
- Ausência de coloração marrom indica inativação da peroxidase.

Reflexões:

- As fatias tratadas com reagentes químicos não devem escurecer imediatamente, mas podem apresentar alguma reação ao teste do guaiacol.
- As fatias tratadas com calor devem mostrar uma inativação da peroxidase, sem coloração marrom após o teste do guaiacol.

4.1.3 Momento 3 – Técnicas de conservação térmica e química

Com a abordagem e questionamentos propostos anteriormente, o terceiro momento tem como intento explorar com mais profundidade técnicas de conservação de alimentos, com foco em métodos térmicos (pasteurização, branqueamento) e químicos (uso de antioxidantes).

Para o desenvolvimento das próximas atividades, o professor se houver a necessidade, e explanar uma revisão dos momentos anteriores, buscando relembrar sobre os principais tópicos centrais debatidos e testados na aula anterior e perguntar aos alunos sobre suas conclusões. Neste momento o professor pode explicar o conceito de pasteurização e branqueamento (imersão em água quente seguida de resfriamento), focando em como o calor pode inativar enzimas como a polifenoloxidase. Pode-se realizar uma demonstração ou experimento simples, mostrando como o branqueamento de vegetais (ex.: batatas) pode retardar o escurecimento.

O professor pode apresentar o conceito de antioxidantes, como ácido ascórbico (vitamina C), que podem retardar o escurecimento ao reduzir a oxidação e discutir como conservantes alimentares (como sulfitos) são usados na indústria para prolongar a vida útil de frutas e vegetais.

Para este momento de reflexão, os alunos podem realizar um experimento testando a eficácia de métodos térmicos (branqueamento) e químicos (imersão em solução de ácido ascórbico ou suco de limão) na conservação de frutas. Podem realizar uma coleta e análise de dados para comparar a eficácia dos métodos.

Sugere-se a reflexão de resultados da atividade experimental, comparando os resultados dos diferentes métodos de conservação e discutir porque alguns funcionam melhor em determinadas situações. Outros conceitos pertinentes que podem ser apresentados no contexto do caso ou da atividade experimental, temos: a desnaturação térmica de enzimas - inativação de polifenoloxidase pelo calor; a conservação química - uso de antioxidantes para prevenir a oxidação de compostos fenólicos; e as técnicas industriais de preservação - pasteurização, uso de sulfitos.

4.1.4 Momento 4 – Reflexões finais e aplicação industrial

Para finalizar o debate com uma síntese dos conceitos aprendidos sobre conservação de alimentos, explorando sua aplicação em diferentes contextos industriais. O professor revisa os principais conceitos abordados nas aulas anteriores, como a atividade da polifenoloxidase, os fatores que influenciam a ação enzimática, e os métodos de conservação térmica e química.

Explorar como as técnicas estudadas nas aulas (uso de antioxidantes, branqueamento, pasteurização) são aplicadas na indústria de alimentos para prolongar a vida útil de frutas e vegetais. Debater como outras técnicas mais avançadas, como congelamento e embalagem a vácuo, podem também ajudar a reduzir o escurecimento e manter a qualidade dos produtos frescos.

Para encerrar a aula, o professor pode dedicar um momento de reflexões sobre como os métodos de conservação podem não só ajudar na redução do escurecimento enzimático, mas também em outros aspectos da preservação de alimentos, como a manutenção do sabor e da textura.

5 JOGO DE PERGUNTAS

Para a realização de jogos de perguntas em sala de aula, duas ferramentas bastante usadas são o Socrative e o Plickers. Ambas possuem funcionalidades semelhantes, sendo capazes de dinamizar o processo de avaliação. Contudo, elas se diferenciam principalmente na maneira como os participantes interagem com as tarefas, especialmente em relação à necessidade de dispositivos.

O Socrative é uma plataforma digital que oferece a criação de Jogo de perguntas, testes e enquetes em tempo real. Para participar, é necessário que cada aluno ou grupo principal possua um dispositivo de comunicação, como um smartphone, tablet ou computador. Isso torna a experiência mais agradável, com um feedback rápido para os professores, que podem acompanhar o progresso dos alunos. O Socrative é adequado para turmas que têm acesso fácil à tecnologia e oferece diversos formatos de perguntas, tais como múltiplas escolhas, verdadeiro ou falso e respostas abertas. Além disso, a plataforma oferece relatórios detalhados de desempenho, o que torna mais fácil acompanhar o progresso de cada aluno.

Por outro lado, o Plickers é uma alternativa mais acessível em situações em que nem todos os alunos têm acesso aos dispositivos. A ferramenta requer apenas o professor um smartphone ou um tablet, enquanto os alunos utilizam cartões impressos com códigos QR para responder às perguntas. O professor escaneia os cartões com o dispositivo, registrando as respostas de forma automática. Isso torna a tecnologia mais acessível, sem a necessidade de cada aluno ter um dispositivo pessoal. Esta ferramenta é particularmente útil quando a tecnologia disponível é limitada ou em atividades que requerem uma abordagem mais prática e acessível.

Ambas as ferramentas proporcionam uma experiência de aprendizado interativa, permitindo que os professores adaptem seus métodos conforme os recursos disponíveis e as necessidades de cada turma.

5.1 DINÂMICA DO JOGO DE PERGUNTAS

O principal objetivo deste Jogo é revisar conteúdos abordados nas aulas, testar os conhecimentos dos alunos e promover a interação em sala de aula de forma divertida e dinâmica.

1. Instruções Iniciais:

- ✓ O professor deve explicar rapidamente o funcionamento das ferramentas Socrative e Plickers, assegurando que todos os alunos estejam conectados e prontos.
- ✓ Caso seja a primeira vez que utilizam as ferramentas, o professor pode fazer um teste rápido (uma questão simples) para garantir que todos compreendam o processo.

2. Apresentação das Perguntas:

- ✓ As perguntas do Jogo serão apresentadas na tela ou no quadro. As questões podem ser de múltipla escolha, verdadeiro ou falso, ou dissertativas curtas, dependendo do conteúdo a ser revisado.
- ✓ O professor pode alternar entre perguntas respondidas pelo Socrative e perguntas respondidas pelo Plickers.

3. Tempo para Respostas:

- ✓ O professor deve estipular um tempo para que os alunos respondam cada pergunta (entre 30 segundos e 1 minuto, dependendo da dificuldade).
- ✓ No Socrative, o tempo pode ser automaticamente controlado pela ferramenta.
- ✓ No Plickers, o professor deve acompanhar o tempo manualmente antes de escanear as respostas.

4. Feedback Imediato:

- ✓ Após cada pergunta, o professor pode mostrar os resultados imediatamente, discutindo as respostas corretas e explicando os conceitos relacionados a cada questão.
- ✓ Isso oferece uma oportunidade de revisar o conteúdo e esclarecer dúvidas.

5. Pontuação e Competição Saudável (opcional):

- ✓ Se desejar, o professor pode optar por uma abordagem gamificada, atribuindo pontos para cada resposta correta.
- ✓ Se a turma estiver dividida em grupos, os pontos podem ser somados para determinar o grupo vencedor ao final do Jogo.
- ✓ No caso de respostas individuais, os pontos podem ser acumulados para identificar os melhores desempenhos ao final da atividade.

6. Encerramento e Revisão Geral:

- ✓ No final do Jogo, o professor pode fazer uma breve revisão geral dos tópicos abordados, reforçando os pontos que foram mais difíceis ou que geraram mais dúvidas.
- ✓ Também pode abrir espaço para os alunos tirarem dúvidas ou fazerem comentários sobre o que foi revisado.

5.2 REGRAS DO JOGO DE PERGUNTAS

- **Participação e Atenção** - Todos os alunos devem participar ativamente do Jogo, seja em grupo ou individualmente. A participação é obrigatória e será levada em consideração na avaliação do engajamento. Os alunos devem prestar atenção às instruções do professor e ao tempo dado para cada questão.
- **Respostas** - No Socrative, os alunos devem submeter suas respostas diretamente na plataforma antes do término do tempo. No Plickers, os alunos devem levantar seus cartões com a resposta escolhida, que será escaneada pelo professor. A resposta deve ser mostrada corretamente (com o lado correspondente à resposta para cima).
- **Tempo de Resposta** - Cada pergunta terá um tempo limite para ser respondida. Respostas enviadas ou levantadas após o término do tempo não serão consideradas. Discussões e colaboração nos grupos são bem-vindas, mas fraudes ou colas não serão toleradas.
- **Pontuação (se aplicável)** - A pontuação será baseada no número de respostas corretas. Para rodadas de bônus, pontos adicionais podem ser atribuídos. No caso de respostas erradas ou fora do tempo, nenhum ponto será atribuído.
- **Reclamações sobre Questões** - Se algum aluno ou grupo tiver dúvidas ou contestações sobre uma pergunta ou resposta, deverá esperar o momento de feedback para questionar o professor, evitando interrupções durante a rodada de perguntas.
- **CrITÉRIOS de Desempate** - Em caso de empate entre grupos ou alunos, o professor pode optar por:
 - Fazer uma pergunta extra.
 - Considerar o tempo médio de resposta.
 - Avaliar de acordo com a participação durante a dinâmica.

Sugestões para o professor

- Tente incluir uma variedade de perguntas (múltipla escolha, verdadeiro/falso, perguntas dissertativas) para avaliar diferentes níveis de conhecimento e compreensão.
- Mantenha um ambiente leve e descontraído, incentivando os alunos a participarem sem medo de errar.
- Após cada resposta, deixe um tempo para discutir as questões mais difíceis ou as que geraram mais erros. Isso reforça a revisão e ajuda a fixar o conteúdo.

5.3 PERGUNTAS PARA USO NO JOGO

1. O que é o Sítio Ativo de uma enzima?

Resposta Esperada: O sítio ativo é a região da enzima onde o substrato se liga e ocorre a catálise.

2. Qual é a diferença entre uma apoenzima e uma holoenzima?

Resposta Esperada: A apoenzima é a parte proteica inativa da enzima. A holoenzima é a forma ativa da enzima, composta pela apoenzima e seu cofator.

3. O que são cofatores?

Resposta Esperada: Cofatores são componentes não proteicos que auxiliam na função enzimática, podendo ser íons metálicos (ex: Mg^{2+}) ou moléculas orgânicas.

4. O que são coenzimas?

Resposta Esperada: Coenzimas são cofatores orgânicos, muitas vezes derivadas de vitaminas (ex: NAD^+ , FAD).

5. Como as enzimas diferem das proteínas estruturais?

Resposta Esperada: As enzimas são proteínas que catalisam reações bioquímicas, enquanto as proteínas estruturais fornecem suporte físico e forma às células e tecidos.

6. Qual é a função de um grupo prostético em uma enzima?

Resposta Esperada: Um grupo prostético é uma molécula não proteica firmemente ligada à enzima que é essencial para sua atividade.

7. Explique a teoria do ajuste induzido em relação à interação enzima-substrato.

Resposta Esperada: A teoria do ajuste induzido sugere que a enzima muda de forma ao interagir com o substrato, ajustando-se para um encaixe mais preciso e eficiente.

8. O que são isoenzimas (isozimas)?

Resposta Esperada: Isoenzimas são diferentes formas de uma enzima que catalisam a mesma reação, mas têm estruturas e propriedades diferentes.

9. O que são enzimas e qual é seu papel nas reações bioquímicas?

Resposta Esperada: Enzimas são proteínas que catalisam reações bioquímicas, acelerando-as sem serem consumidas no processo.

10. Como as enzimas aceleram as reações químicas?

Resposta Esperada: Enzimas aceleram reações diminuindo a energia de ativação necessária para que a reação ocorra.

11. Explique o conceito de energia de ativação.

Resposta Esperada: Energia de ativação é a quantidade de energia necessária para iniciar uma reação química.

12. O que é um complexo enzima-substrato?

Resposta Esperada: É o intermediário formado quando o substrato se liga ao sítio ativo da enzima.

13. Como as enzimas contribuem para a especificidade das reações químicas?

Resposta Esperada: A especificidade das enzimas é devida ao formato do sítio ativo que se encaixa apenas em substratos específicos.

14. Qual é a relação entre a energia de ativação e a velocidade da reação enzimática?

Resposta Esperada: Quanto menor a energia de ativação, maior a velocidade da reação, pois menos energia é necessária para que a reação ocorra.

15. Descreva a função de uma enzima ligase.

Resposta Esperada: Ligases catalisam a ligação de duas moléculas, geralmente com a hidrólise de ATP.

16. Como as enzimas transferases funcionam?

Resposta Esperada: Transferases catalisam a transferência de grupos funcionais de uma molécula para outra.

17. O que são enzimas hidrolases?

Resposta Esperada: Hidrolases catalisam reações de hidrólise, onde uma molécula é dividida pela adição de água.

18. Explique a função de uma enzima oxidoreductase.

Resposta Esperada: Oxidoreductases catalisam reações redox, onde ocorrem transferências de elétrons entre moléculas.

19. O que é inibição competitiva?

Resposta Esperada: É um tipo de inibição onde o inibidor compete com o substrato pelo sítio ativo da enzima.

20. Como a inibição não competitiva afeta a atividade enzimática?

Resposta Esperada: O inibidor não competitivo se liga a um sítio diferente do sítio ativo, alterando a forma da enzima e diminuindo sua atividade sem afetar a ligação do substrato.

21. Explique a inibição mista.

Resposta Esperada: A inibição mista ocorre quando o inibidor pode se ligar à enzima, com ou sem substrato ligado, afetando a formação do produto.

22. Como a temperatura afeta a atividade enzimática?

Resposta Esperada: Aumentar a temperatura geralmente aumenta a atividade enzimática até um ponto ótimo, após o qual a enzima pode desnaturar e perder atividade.

23. Qual é o efeito do pH na atividade das enzimas?

Resposta Esperada: O pH afeta a ionização dos grupos ativos e a estrutura da enzima, com cada enzima tendo um pH ótimo para sua atividade máxima.

24. Explique como a concentração de substrato influencia a atividade enzimática.

Resposta Esperada: Aumentar a concentração de substrato aumenta a velocidade de reação até que todos os sítios ativos estejam saturados.

25. O que é desnaturação enzimática?

Resposta Esperada: Desnaturação é a perda de estrutura tridimensional da enzima, resultando em perda de função, geralmente devido a condições extremas de pH, temperatura ou presença de agentes desnaturantes.

26. Como os inibidores afetam a atividade das enzimas?

Resposta Esperada: Inibidores se ligam à enzima e diminuem sua atividade ao bloquear o sítio ativo ou alterar a conformação da enzima.

27. O que é um inibidor alostérico?

Resposta Esperada: É uma molécula que se liga a um sítio alostérico (não ativo) da enzima, causando uma mudança conformacional que reduz a atividade enzimática.

28. Descreva como a concentração de enzima pode afetar a taxa de reação.

Resposta Esperada: Aumentar a concentração de enzima geralmente aumenta a taxa de reação, desde que haja substrato suficiente disponível.

29. Como a presença de cofatores pode influenciar a atividade enzimática?

Resposta Esperada: Cofatores são necessários para a atividade de muitas enzimas, e sua ausência pode resultar em atividade enzimática reduzida ou nula.

30. O que são moduladores alostéricos?

Resposta Esperada: São moléculas que se ligam a sítios alostéricos em enzimas, alterando sua atividade, podendo atuar como ativadores ou inibidores.

31. Explique o papel das enzimas em detergentes.

Resposta Esperada: Enzimas como proteases, lipases e amilases são adicionadas a detergentes para decompor manchas de proteínas, gorduras e amidos, respectivamente.

32. Descreva o uso de enzimas na produção de biocombustíveis.

Resposta Esperada: Enzimas como celulasas e amilases são usadas para quebrar biomassa em açúcares fermentáveis, que podem ser convertidos em etanol e outros biocombustíveis.

33. Qual é a função da lactase na indústria alimentícia?

Resposta Esperada: A lactase é usada para decompor a lactose em leite e produtos lácteos, tornando-os adequados para consumo por pessoas intolerantes à lactose.

34. O que é a especificidade de substrato?

Resposta Esperada: É a capacidade de uma enzima de selecionar e se ligar especificamente ao seu substrato entre muitas moléculas possíveis.

35. Qual é a função da amilase?

Resposta Esperada: A amilase catalisa a quebra de amido em açúcares simples.

36. Qual é o papel da DNA polimerase?

Resposta Esperada: A DNA polimerase sintetiza novas cadeias de DNA usando uma cadeia modelo como guia, essencial para a replicação do DNA.

37. O que faz a RNA polimerase?

Resposta Esperada: A RNA polimerase sintetiza RNA a partir de uma cadeia de DNA modelo, essencial para a transcrição gênica.

38. Qual é o papel da catalase?

Resposta Esperada: A catalase catalisa a decomposição do peróxido de hidrogênio em água e oxigênio, protegendo as células do dano oxidativo.

39. O que são inibidores irreversíveis?

Resposta Esperada: Inibidores irreversíveis se ligam permanentemente à enzima, inativando-a.

40. Descreva a função dos inibidores reversíveis.

Resposta Esperada: Inibidores reversíveis se ligam temporariamente à enzima, podendo ser removidos para restaurar a atividade enzimática.

41. O que são inibidores competitivos e como eles funcionam?

Resposta Esperada: Inibidores competitivos se ligam ao sítio ativo da enzima, competindo com o substrato e reduzindo a atividade enzimática.

42. Explique a inibição não competitiva.

Resposta Esperada: Inibidores não competitivos se ligam a um sítio alostérico, alterando a conformação da enzima e diminuindo a atividade independentemente da concentração de substrato.

43. O que é a regulação alostérica das enzimas?

Resposta Esperada: A regulação alostérica envolve a ligação de moléculas a sítios alostéricos, alterando a atividade enzimática positiva ou negativamente.

44. Explique como as proteínas reguladoras podem afetar a atividade enzimática.

Resposta Esperada: Proteínas reguladoras se ligam a enzimas, modificando sua atividade através de mudanças conformacionais ou competição com substratos.

45. O que é uma enzima de tipo ligase?

Resposta Esperada: Enzimas ligases catalisam a união de duas moléculas grandes, frequentemente com a formação de uma nova ligação química e a quebra de ATP.

46. Qual é a função de uma enzima de tipo oxidoredutases?

Resposta Esperada: Oxidoredutases catalisam reações de oxidação-redução, onde ocorrem transferências de elétrons.

47. Explique o papel das transferases?

Resposta Esperada: Transferases catalisam a transferência de grupos funcionais de uma molécula (doador) para outra (receptor).

48. Qual é a função de uma enzima de tipo das hidrolases?

Resposta Esperada: Hidrolases catalisam reações de hidrólise, quebrando ligações com a adição de água.

49. Qual é a função de uma enzima de tipo das isomerases?

Resposta Esperada: Isomerases catalisam a conversão de uma molécula em um de seus isômeros, mudando a estrutura interna.

50. O que é uma reação enzimática?

Resposta Esperada: Uma reação enzimática é uma reação química acelerada pela presença de uma enzima.

51. O que é o modelo chave-fechadura de interação enzima-substrato?

Resposta Esperada: É um modelo que sugere que a enzima e o substrato se encaixam exatamente, como uma chave em uma fechadura.

52. Explique o efeito da temperatura na atividade enzimática.

Resposta Esperada: Aumentos moderados de temperatura geralmente aumentam a atividade enzimática, mas temperaturas muito altas podem desnaturar a enzima.

53. Descreva como a temperatura afeta a estrutura das enzimas.

Resposta Esperada: A temperatura elevada pode causar desnaturação térmica, resultando na perda da estrutura tridimensional e da função enzimática.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente material foi concebido com o propósito de oferecer aos docentes de Bioquímica um recurso didático, capaz de envolver o aprendizado em uma experiência ativa dos envolvidos. A utilização de três casos investigativos, associada à realização de experimentos práticos e à aplicação de um jogo de perguntas, cria um ambiente que estimula a participação ativa dos estudantes. Esta abordagem favorece a compreensão dos conceitos fundamentais da Bioquímica, além da resolução de problemas, essenciais à formação de futuros profissionais de Química e Ciências Biológicas.

Ao integrar teoria e prática de forma estruturada e criativa, o material promove a construção do conhecimento, aproximando o estudante da realidade e despertando sua curiosidade. A metodologia adotada incentiva o pensamento crítico, a argumentação e a autonomia intelectual, características indispensáveis para a atuação acadêmica e profissional. Dessa forma, o conteúdo extrapola o mero caráter instrucional e convida o aluno a ser protagonista do próprio processo de aprendizagem.

Por fim, este material convida o professor a explorar e adaptar cada atividade às especificidades de sua turma, tornando o ensino mais interativo e personalizado. Espera-se que, ao aplicá-lo, seja possível ampliar o engajamento dos estudantes, buscando formar pensadores críticos, preparados para investigar e questionar em suas áreas de atuação.

REFERENCIAS

CLERICI, M. T. P. S.; SEBASTIÃO, R. H.; OLIVEIRA, L. C.; SANTOS, M. S.; MORAES, A. L. L.; CLARETO, S. S. Escurecimento enzimático: uma aula prática. **Revista de Ensino de Bioquímica**, [S. l.], v. 12, n. 2, p. 71–90, 2014. DOI: <https://doi.org/10.16923/reb.v12i2.275>. Disponível em: <https://www.bioquimica.org.br/index.php/REB/article/view/275>. Acesso em: 13 out. 2024.

GONÇALVES, T. M. Experimentando a Biologia: uma proposta de aula prática sobre a atividade enzimática da catalase. **Revista Brasileira do Ensino Médio**, v. 4, p. 92-100, 2021. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.5119774>

NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de Bioquímica de Lehninger**. 6. ed. Porto Alegre: Art-med, 2014.

PEREIRA, J. Á.; GRADELLA, D. B. T. Teste de identificação de amido e atividade da amilase salivar. **Kiri-Kerê-Pesquisa em Ensino**, Dossiê, n. 2, 2019.

SANTOS, C. F. Roteiro da aula presencial: “práticas de bioquímica metabólica para o ensino de biologia”. Disponível em: http://portal.virtual.ufpb.br/biologia/pdf/biomural/Roteiro_APP_Bioquimica_Metabolica.pdf. Acesso em: 13 out. 2024.

SILVA, A. T. G.; SANTOS, A. M. D. C.; OLIVEIRA, D. S. Estudos das reações enzimáticas para o processo de digestão de proteínas. *In*: V Congresso Brasileiro de Ciências Biológicas – V CONBRACIB, 5., 2024, **Anais [...]**. Editora Integrar, v. 5, n. 2, 2024. DOI: <https://doi.org/10.51189/conbracib2024/35139>